



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 101 28 927 A 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 04 F 10/00**  
H 04 L 12/26

⑯ Anmelder:  
Deutsche Telekom AG, 53113 Bonn, DE

⑯ Erfinder:  
Mende, Joachim, 64347 Griesheim, DE

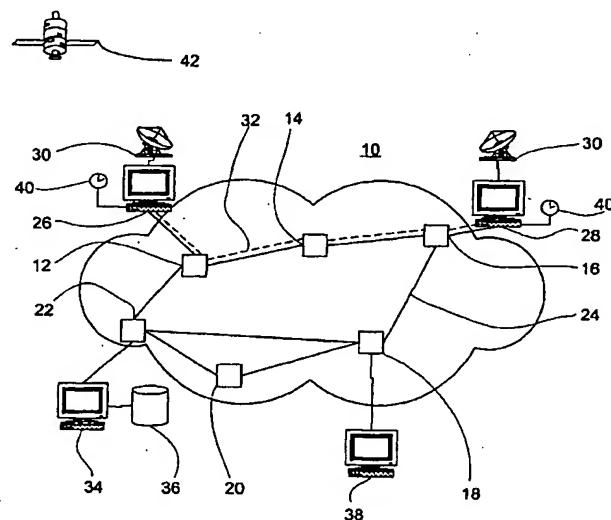
DE 101 28 927 A 1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

⑯ Verfahren zur Ermittlung der Uhrzeit in zumindest zwei miteinander zusammenwirkenden Messrechnern

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Uhrzeit (T) in zumindest zwei miteinander zusammenwirkenden Messrechnern (26, 28), bei denen die Erfassung der Uhrzeit (T) für ein Messverfahren benötigt wird, wobei die Messrechner (26, 28) die Uhrzeit ( $T_R$ ) dafür aus einer gemeinsamen Referenzuhr (42) ausgelesen wird. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass jeder Messrechner (26, 28) eine Rechneruhr (40) mit einer Uhrzeit ( $T_C$ ) aufweist, deren Differenz ( $d_T = T_R - T_C$ ) die Uhrzeit ( $T_R$ ) der Referenzuhr (42) fortlaufend ermittelt wird, wobei in dem Fall, dass die Uhrzeit ( $T_R$ ) der Referenzuhr (42) nicht von einem Messrechner (26, 28) ausgelesen werden kann, die Uhrzeit ( $T_R = T_C + d_T$ ) dieses Messrechners (26, 28) unter Berücksichtigung der bisher ermittelten Differenz ( $d_T$ ) der Uhrzeit ( $T_C$ ) der Rechneruhr (40) zur Uhrzeit ( $T_R$ ) der Referenzuhr (42) verwendet wird.



DE 101 28 927 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Uhrzeit in zumindest zwei miteinander zusammenwirkenden Messrechnern gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Art, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß dem Anspruch 17.
- [0002] Bekanntlich spielt in der Messtechnik, insbesondere für Laufzeitmessungen zwischen zwei Messpunkten, die Ermittlung einer hinreichend genauen Uhrzeit eine herausragende Rolle. Entscheidend für die Güte des Messergebnisses ist dabei, dass zu Beginn der Messung am ersten Messpunkt und am Ende der Messung am zweiten Messpunkt jeweils ein hochgenauer Zeitstempel erzeugt wird. Die Laufzeit – Messergebnis – ergibt sich dann aus der Differenz der beiden Zeitstempel.
- [0003] In der Telekommunikationstechnik werden diese Laufzeitmessungen zwischen sogenannten Messrechnern durchgeführt.
- [0004] Dabei sind über ein Telekommunikationsnetz, wie z. B. Internet, Intranet oder ähnliches, zumindest zwei Messrechner miteinander verbunden. Um die Laufzeit zwischen den beiden Messrechnern zu bestimmen, wird von einem ersten Messrechner ein sogenanntes Testpaket an einen zweiten Messrechner gesendet.
- [0005] Ziel dieser Laufzeitmessungen ist es beispielsweise, die Funktion einzelner Netzkomponenten zu überprüfen, Netzmonitoring zur Fehlereingrenzung durchzuführen oder auch Performance-Asymmetrien zu untersuchen.
- [0006] Das resultierende Messergebnis der Laufzeitmessung wird auch als one-way delay, Paketaufzeit oder unidirektionale Paketaufzeit bezeichnet.
- [0007] Zur Bestimmung des one-way delay wird der Abgang des Testpaketes vom ersten Messrechner erfasst, d. h. ein erster Zeitstempel wird erzeugt. Dieser erste Zeitstempel wird zusammen mit dem Testpaket zu dem zweiten Messrechner übertragen. Der zweite Messrechner erfasst den Eingang des Messpaketes und generiert den zweiten Zeitstempel. Der Wert des one-way delay ergibt sich dann durch Differenzbildung der beiden Zeitstempel.
- [0008] Grundvoraussetzung für eine qualitative Beurteilung des gemessenen one-way delay ist, dass die für die Messung benötigten Zeitstempel präzise bestimmt werden, um eine hohe Messgenauigkeit zu garantieren.
- [0009] Die Bestimmung der Zeitstempel kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. So ist es beispielsweise möglich, dass von einem dritten Messrechner, der als Referenzuhr fungiert, die benötigten Zeitstempel an die beiden Messrechner über das Telekommunikationsnetz übermittelt werden.
- [0010] Problematisch bei diesem Verfahren ist jedoch, dass es zu Zeitschwankungen aufgrund unterschiedlicher Übermittlungszeiten der Uhrzeit an die Messrechner kommt. Als Folge davon ergeben sich ungenaue Zeitstempel und die resultierenden Messergebnisse können die geforderte Güte nicht erfüllen.
- [0011] Um genauere Zeitstempel zu generieren und somit Messergebnisse höhere Güte zu erhalten, werden die Zeitstempel auf eine andere Art gewonnen. Von einem Satellitensystem, beispielsweise GPS (global positioning system), empfangen die beiden Messrechner fortlaufend über eine GPS-Antenne die von mehreren Satelliten gesendete Weltzeit (UTC – Universal Coordinated Time). Mit Hilfe einer in die Messrechner integrierten GPS-Karte können dadurch hochgenaue Zeitstempel erzeugt werden, welche eine maximale Abweichung von  $\pm 0,5 \mu\text{s}$  zur Weltzeit aufweisen.
- [0012] Damit die GPS-Karten die exakte Zeit ermitteln können, muss jede Karte Signale von mehreren Satelliten

- (maximal 6) empfangen. Sinkt die Anzahl der empfangbaren Satelliten, z. B. aufgrund einer ungünstigen Wetterlage für längere Zeit auf 1 ab, so wird die interne Uhr nicht synchronisiert.
- [0013] Das als Zeitgeber dienende Satellitensystem (GPS) mit den weiteren Komponenten GPS-Antenne und GPS-Karte wird im folgenden hier vereinfacht auch als GPS-Uhr bezeichnet. Die GPS-Uhr entspricht in ihrer Funktion der bereits erwähnten Referenzuhr.
- [0014] Nachteilig dabei ist, dass die GPS-Uhr, die hier die Funktion der Referenzuhr erfüllt, nach dem Auslesen eines Zeitstempels für einen kurzen Zeitraum, ca. 1,5 ms, nicht mehr lesbar ist. Wird in diesem kurzen Zeitraum ein weiterer Zeitstempel benötigt bzw. von einem der beiden Messrechner angefordert, so ist eine Generierung des Zeitstempels aufgrund der blockierten Referenzuhr nicht möglich und somit eine Laufzeitmessung nicht durchführbar.
- [0015] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ermittlung der Uhrzeit in zumindest zwei miteinander zusammenwirkenden Messrechnern derart weiterzubilden, dass unter Vermeidung der genannten Nachteile auch bei blockiertem Zugriff auf eine Referenzuhr die Bereitstellung eines hochgenauen Zeitstempels ermöglicht wird.
- [0016] Diese Aufgabe wird für das Verfahren durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 in Verbindung mit seinen Oberbegriffsmerkmalen und für die Vorrichtung durch den Anspruch 17 gelöst.
- [0017] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch Vorsehen von jeweils einer weiteren auf die jeweiligen Messrechner bezogenen Rechneruhr und durch fortlaufende Ermittlung der Differenz zwischen der jeweiligen Rechneruhr und der Referenzuhr eine Annäherungsberechnung an die Uhrzeit der Referenzuhr auch dann ohne Weiteres möglich ist, wenn die Referenzuhr kurzfristig nicht zur Verfügung steht, sodass fortlaufend eine hochpräzise einheitliche Uhrzeit bei beiden Messrechnern zur Verfügung steht.
- [0018] Nach der Erfindung weist daher jeder Messrechner eine interne Rechneruhr auf, deren Uhrzeit  $T_C$  gleichzeitig mit der Uhrzeit  $T_R$  der gemeinsamen Referenzuhr ausgeleren wird. Die Differenz  $d_T = T_R - T_C$  zwischen der Uhrzeit  $T_C$  der internen Messrechneruhr und der Uhrzeit  $T_R$  der Referenzuhr wird fortlaufend ermittelt, wobei in dem Fall, dass die Uhrzeit  $T_R$  der Referenzuhr nicht von einem Messrechner ausgeleren werden kann, die Uhrzeit  $T_R' = T_C + d_T$  dieses Messrechners unter Berücksichtigung der bisher ermittelten Differenz  $d_T$  der Uhrzeit  $T_C$  der Rechneruhr zur Uhrzeit  $T_R$  der Referenzuhr verwendet wird. Dies hat den Vorteil, dass beispielsweise zu jeder beliebigen Zeit Zeitstempel erzeugt werden können. Für den Fall, dass die Referenzuhr lesbar ist, stehen die hochgenauen Zeitstempel, die von der Referenzuhr ausgeleren werden, zur Verfügung. In dem Fall, dass die Referenzuhr blockiert ist, wird hilfsweise ein hochgenauer Zeitstempel mit Hilfe der Differenz zwischen der Referenzuhr und der internen Rechneruhr gebildet.
- [0019] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird der ermittelte Differenzwert  $d_T$  mit einem festgelegtem Grenzwert verglichen. Durch den Vergleich des ermittelten Differenzwertes  $d_T$  mit dem festgelegtem Grenzwert werden offenkundige Fehler bei der Berechnung des entsprechenden Zeitstempels auf einfache Art und Weise erkannt.
- [0020] Vorzugsweise wird der Grenzwert bedarfswise eingestellt. Die Einstellbarkeit des Grenzwertes hat den Vorteil, dass der Grenzwert beispielsweise an den jeweiligen Versuchsaufbau angepasst werden kann.
- [0021] Damit offenkundige Fehlmessungen vermieden werden, wird bei Überschreiten des Grenzwertes ein auf eine Uhrzeit beruhende Messvorgang abgebrochen. Da die

Güte der Messergebnisse abhängig ist, von der Güte der verwendeten Zeitstempel ist es naheliegend, offenkundige Fehlmessungen im Vorfeld bereits abzubrechen.

[0022] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird als Referenzuhr eine Uhr eines Satellitensystems, beispielsweise GPS (global positioning system), verwendet.

[0023] Entsprechend wird das Auslesen der Uhrzeit  $T_R$  der Referenzuhr durch die Messrechner mittels GPS-Empfängern durchgeführt. Dafür sind in den Messrechnern jeweils GPS-Karten installiert, die zusammen mit einer GPS-Antenne den angesprochenen GPS-Empfänger bilden. Durch die Verwendung der GPS-Uhr als Referenzuhr wird auf einfache Art und Weise eine weltweit genaue Uhrzeit mit einer Toleranz von  $\pm 0,5 \mu\text{s}$  sichergestellt.

[0024] Vorzugsweise sind die Messrechner über ein Telekommunikationsnetz, wie beispielsweise Internet, Intranet oder ähnliches, miteinander verbunden.

[0025] Zur Durchführung der Messung ist zudem in den Messrechnern ein Messprogramm implementiert. Das Messprogramm auf den Messrechnern weist dabei keine eigene Bedienoberfläche auf. Dadurch werden unnötige Zugriffe auf den Prozessor des Messrechners vermieden und eine negative Beeinflussung der Messergebnisse aufgrund eines Prozessorzugriffes werden ausgeschlossen.

[0026] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung werden zur Laufzeitmessung zwischen den Messrechnern Messpakete, insbesondere UDP-Messpakete (User Datagram Potokoll), übertragen. UDP ist ein verbindungsloses Internet-Transportprotokoll, das auf das grundlegende Protokoll zur Datenübertragung im Internet (IP) aufsetzt.

[0027] Vorzugsweise dient der eine Messrechner als Sender, während der andere Messrechner als Empfänger fungiert.

[0028] Von dem sendendem Messrechner wird der zeitliche Abgang  $T_{R1}$  des abgehenden Messpakets erfasst. Diese Uhrzeit  $T_{R1}$  entspricht dem ersten Zeitstempel und wird zusammen mit dem Messpaket und gegebenenfalls sonstigen Daten, beispielsweise Sequenznummern oder dergleichen, an den empfangenden Messrechner übermittelt.

[0029] Von dem empfangenden Messrechner wird entsprechend der zeitliche Eingang  $T_{R2}$  des Messpakets erfasst. Diese Uhrzeit  $T_{R2}$  ist gleichbedeutend mit dem zweiten Zeitstempel. Anschließend erfolgt durch Differenzbildung zwischen der Uhrzeit  $T_{R1}$  des Abgangs – erster Zeitstempel – und der Uhrzeit  $T_{R2}$  des Eingangs – zweiter Zeitstempel – des Messpakets in dem empfangenen Messrechner die Ermittlung der Laufzeit des Messpakets. Die Laufzeit des Messpakets – Messergebnis – wird auch als one-way delay, Paketaufzeit oder unidirektionale Paketaufzeit bezeichnet.

[0030] Die Messergebnisse werden nicht lokal auf dem empfangenden Messrechner abgespeichert, da Festplattenzugriffe Einfluss auf die Prozessorlast und damit auf die Messgenauigkeit haben.

[0031] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, werden daher die Messergebnisse in einer Datenbank abgelegt. Durch die zentrale Ablage der Messergebnisse in einer Datenbank ergeben sich zudem weitere Vorteile, beispielsweise bei der späteren Bearbeitung, Visualisierung oder dergleichen, der Messergebnisse.

[0032] Die Übertragung der Messergebnisse erfolgt vorzugsweise von dem empfangendem Messrechner über das Telekommunikationsnetz zu der Datenbank. Wie bereits ausgeführt werden die Messergebnisse nicht in einem Messrechner gespeichert, da möglicherweise hierdurch der Messrechner in seinem Messverhalten beeinträchtigt werden könnte.

[0033] Jeder berechtigte Nutzer kann vorzugsweise die Messergebnisse von der Datenbank über das Telekommuni-

kationsnetz abfragen. Durch die bequeme Abfragemöglichkeit der Messergebnisse über das Telekommunikationsnetz ist gewährleistet, dass die Messergebnisse schnell an verschiedenen Orten zu Verfügung gestellt werden können. Dies

5 hat den Vorteil, dass beispielsweise der Ort an dem die Auswertung der Messergebnisse vorgenommen wird, nicht zwangsläufig mit dem Ort an dem die Messdaten hinterlegt sind, zusammenfallen muss. Aber es ist auch denkbar, dass beispielsweise Kunden bei einem Netzbetreiber eine Laufzeitmessung zwischen zwei ausgewählten Rechnern in Auftrag geben. Das Messergebnis kann dann von dem entsprechenden Kunden aus der Datenbank ausgelesen werden.

[0034] Um den missbräuchlichen Zugriff auf die Datenbank zu verhindern, kann die Datenbank nur von berechtigten Nutzern gelesen werden. Daher ist für den berechtigten Nutzer in der Datenbank eine Kennung hinterlegt und nur nach Übermittlung der Kennung durch den berechtigten Nutzer wird die Abfrage der Messergebnisse von der Datenbank freigegeben.

10 [0035] Das in die Messrechner implementierte Messprogramm verhält sich passiv, d. h. die Einrichtung der Messverbindungen, das Übertragen der Messdaten oder dergleichen, geschieht nur auf Anforderung durch einen separaten vorgesehenen Steuerrechner.

15 [0036] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist daher ein Steuerrechner vorgesehen, der über das Telekommunikationsnetz die Messrechner für die Ermittlung der Messergebnisse steuert, wie Einrichtung der Messverbindung, Veranlassen der Übertragung der Messergebnisse in die Datenbank und ähnliches.

20 [0037] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung zur Ermittlung der Uhrzeit in zumindest zwei miteinander zusammenwirkenden Messrechnern ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel.

25 [0038] Die Erfindung wird im folgenden anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel näher beschrieben. In der Beschreibung, in den Patentansprüchen, der Zusammenfassung und in der Zeichnung werden die in den hinten angeführten Liste der Bezeichnungen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

30 [0039] In der Zeichnung bedeutet:

[0040] Fig. 1 Eine schematische Darstellung eines Telekommunikationsnetzes mit zwei Messrechnern zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung;

[0041] Fig. 2 ein Diagramm zur schematischen Darstellung eines berechneten Zeitstempel bei blockiertem Zugriff auf eine Referenzuhr.

35 [0042] In Fig. 1 ist schematisch ein Telekommunikationsnetz 10 dargestellt, das aus mehreren Vermittlungseinrichtungen 12 bis 22 besteht, die über Vermittlungsleitungen 24 miteinander verbunden sind.

[0043] Die Vermittlungseinrichtung 12 ist einem ersten 40 Messrechner 26 und die Vermittlungseinrichtung 16 einem zweiten Messrechner 28 zugeordnet. In jedem Messrechner 26, 28 ist ein Messprogramm zur Messung des one-way delay installiert.

[0044] Als Referenzuhr wird eine sogenannte GPS-Uhr 42 45 verwendet. Daher ist jeder Messrechner 26, 28 mit einer GPS-(global positioning system) Antenne 30 verbunden und mit einer GPS-Karte zur Verarbeitung der über die GPS-Antenne 30 empfangenen Daten versehen. Die GPS-Antenne 30 und die nicht explizit dargestellte GPS-Karte bilden zusammen die zum Empfang der GPS-Signale notwendige GPS-Einheit.

[0045] Die beiden Messrechner 26, 28 enthalten weiterhin jeweils eine interne Rechneruhr 40. Die internen Rechner-

uhren 40 der beiden Messrechner 26, 28 liefern jeweils die Uhrzeit  $T_C$ .

[0046] Die Verbindung 24 zwischen dem ersten Messrechner 26, der Vermittlungseinrichtung 12, der Vermittlungseinrichtung 14, der Vermittlungseinrichtung 16 und dem zweiten Messrechner 28 bildet die Messstrecke 32, die strichiert gekennzeichnet ist.

[0047] Der Vermittlungseinrichtung 22 ist ein Steuerrechner 34 zugeordnet. Der Steuerrechner 34 wirkt mit einer Datenbank 36 zusammen. Über den Steuerrechner 34 erfolgt die Steuerung der Messrechner 26, 28.

[0048] Der Vermittlungseinrichtung 18 ist ein weiterer Rechner 38 zugeordnet, der im folgenden als Arbeitsstation bezeichnet wird. Mit Hilfe der Arbeitsstation 38 können beispielsweise die Messergebnisse über das Telekommunikationsnetz 10 aus der Datenbank 36 ausgelesen und weiterverarbeitet werden.

[0049] Bei dem Telekommunikationsnetz 10 handelt es sich beispielsweise um das Internet.

[0050] Ziel der Messanordnung ist es, die Paketaufzeit eines Messpaketes von dem ersten Messrechner 26 über die Messstrecke 32 zu dem zweiten Messrechner 28 zu ermitteln. Es handelt sich somit um eine unidirektionale Messverbindung, bei der einzelne Messpaketes von dem ersten Messrechner 26 zu dem zweiten Messrechner 28 gesendet werden.

[0051] Zur Durchführung der Messung werden nun auf der Messstrecke 32 von dem ersten Messrechner 26 Testpaketete mit einer konstanten oder exponentiellen zeitlichen Verteilung zu dem zweiten Messrechner 28 gesendet. Die Testpaketete werden dabei mit Hilfe des User Datagram Protocol (UDP) verschickt. UDP ist ein verbindungsloses Internet-Transportprotokoll, das auf IP aufsetzt. Die Testpaketete enthalten u. a. Zeitstempel und Sequenznummern.

[0052] Um den one-way delay mit ausreichender Genauigkeit messen zu können, werden die Zeitstempel von der GPS-Einheit generiert. Damit können die Zeitstempel mit einem Fehler von  $\pm 0,5$  ms erzeugt werden.

[0053] Die Messung des one-way delay zwischen zwei Messrechnern 26, 28 erfolgt nach dem folgenden, vereinfachten Schema:

Ein Testpaket wird von dem ersten Messrechner 26 über die Messstrecke 32, also über die Vermittlungsleitung 24, die Vermittlungsstelle 12, die Vermittlungsstelle 14 und der Vermittlungsstelle 16 zum zweiten Messrechner 28 gesendet.

[0054] Wenn von dem ersten Messrechner 26 das erste Bit des Testpaket gesendet wird, erfolgt die Auslesung/Setzung des ersten Zeitstempels  $T_{R1}$ . Dieser Wert des ersten Zeitstempels  $T_{R1}$ , also die Uhrzeit des Ausgangs des Testpaketes, wird zusammen mit dem Testpaket zu dem zweiten Messrechner 28 übertragen.

[0055] Gleichzeitig zur Auslesung des ersten Zeitstempels  $T_{R1}$  erfolgt nun die Auslesung der internen Uhr 40 des ersten Messrechners 26, d. h. die der Uhrzeit  $T_{C1}$  der internen Rechneruhr 40 des ersten Messrechner 26 wird bestimmt.

[0056] Anschließend wird die Differenz zwischen der Uhrzeit des Zeitstempels  $T_{R1}$  und der Uhrzeit  $T_{C1}$  der internen Rechneruhr 40 des ersten Messrechner 26, also  $d_{T1} = T_{R1} - T_{C1}$  gebildet.

[0057] Der Eingang des Testpaketes bei dem zweiten Messrechner 28 wird von dem zweiten Messrechner 28 erfasst. Dabei wird, nachdem das letzte Bit des Testpaketes bei dem zweiten Messrechner 28 empfangen wurde, durch Auslesen der Referenzuhr 42 der zweite Zeitstempel  $T_{R2}$  erzeugt.

[0058] Entsprechend zum ersten Messrechner 26 wird auch hier gleichzeitig mit dem Auslesen der Referenzuhr 42

die Uhrzeit  $T_{C2}$  der internen Rechneruhr 40 des zweiten Messrechners 28 gelesen und anschließend die Differenz  $d_{T2} = T_{R2} - T_{C2}$  berechnet.

[0059] Das gesuchte Messergebnis, one-way delay, entspricht grob vereinfacht der Differenz der beiden Zeitstempel, also  $T_{R2} - T_{R1}$ .

[0060] Das Messergebnis wird anschließend von dem zweiten Messrechner 28 an den Steuerrechner 34 übermittelt und in der Datenbank 36 abgelegt.

[0061] Das in groben Zügen geschilderte Messverfahren funktioniert aber nur, wenn die Zeitstempel  $T_{R1}$  und  $T_{R2}$  zur Verfügung stehen.

[0062] Da aber, wie bereits erwähnt, die GPS-Uhr 42 die Eigenschaft hat, nach dem Auslesen für einen kurzen Zeitraum, ca. 1,5 ms, blockiert zu sein, ist ein Auslesen der Zeitstempel  $T_{R1}$  bzw.  $T_{R2}$  in diesem kurzen Zeitraum folglich nicht möglich und die Zeitstempel  $T_{R1}$ ,  $T_{R2}$  stehen daher nicht zur Verfügung.

[0063] Ein zweites Messpaket, welches innerhalb dieses kurzen Zeitraums von dem ersten Messrechner 26 zu dem zweiten Messrechner 28 gesendet wird, kann daher in der Messung nicht berücksichtigt werden, da aufgrund der blockierten Referenzuhr 42 die Ermittlung des erforderlichen Zeitstempels nicht möglich ist.

[0064] Für diesen speziellen Fall wird ersatzweise ein hochgenauer Zeitstempel mittels der bereits ermittelten Differenzen  $d_{T1}$  bzw.  $d_{T2}$  bestimmt.

[0065] In Fig. 2 ist ein Diagramm dargestellt, dass die erfundsgemäße Bestimmung eines Zeitstempel bei blockiertem Zugriff auf eine Referenzuhr 42 verdeutlicht.

[0066] Zu einem Zeitpunkt  $T_1$  wird von dem ersten Messrechner 26 ein erstes Testpaket an den zweiten Messrechner 28 gesendet. Die auf diesen Zeitpunkt  $T_1$  bezogenen Größen sind zur Verdeutlichung mit einem tiefergestellten I gekennzeichnet. Entsprechend dem oben bereits dargelegten wird der erste Zeitstempel  $T_{I,R1}$  und gleichzeitig die Uhrzeit  $T_{I,C1}$  und die Differenz  $d_{I,T1}$  bestimmt.

[0067] Nach Eingang des ersten Testpaketes bei dem zweiten Messrechner 28 wird ebenfalls nach beschriebener Weise der zweite Zeitstempel  $T_{I,R2}$  die Uhrzeit  $T_{I,C2}$  und die Differenz  $d_{I,T2}$  generiert.

[0068] Da beide Zeitstempel  $T_{I,R1}$ ,  $T_{I,R2}$  vorhanden sind, kann für dieses erste Testpaket die Berechnung des one-way delay problemlos durchgeführt werden.

[0069] Ein zweites, dem ersten Testpaket nachfolgendes Testpaket wird nun von dem ersten Messrechner 26 zu dem Zeitpunkt  $T_{II}$ , der innerhalb des kurzen Zeitraums liegt, in dem die Referenzuhr 42 blockiert ist, zu dem zweiten Messrechner 28 gesendet. Entsprechend sind die auf den Zeitpunkt  $T_{II}$  bezogenen Größen mit einer tiefergestellten II gekennzeichnet.

[0070] Da, wie bereits erwähnt, ein Auslesen der Referenzuhr 42 nicht möglich ist, kann auch der entsprechende erste Zeitstempel  $T_{II,R1}$  des zweiten Testpaketes nicht direkt bestimmt werden, sondern muss berechnet werden.

[0071] Nachdem ein Auslesen der Referenzuhr 42 zu dem Zeitpunkt  $T_{II}$ , an dem das zweite Testpaket von dem ersten Messrechner 26 gesendet wird, nicht möglich ist, wird erfundsgemäß zu dem Zeitpunkt  $T_{II}$  nur die interne Rechneruhr 40 des Messrechners 26, also die Uhrzeit  $T_{II,C1}$  gelesen. Der gesuchte erste Zeitstempel des zweiten Messpaketes errechnet sich anschließend zu  $T_{II,R1} = T_R' = T_{II,C1} + d_{I,T1}$ .

[0072] Dieser berechnete erste Zeitstempel  $T_{II,R1}$  wird nun mit dem zweiten Testpaket von dem ersten Messrechner 26 an den zweiten Messrechner 28 übertragen.

[0073] Für den Fall, dass zum Zeitpunkt des Eingangs des Testpaketes bei dem zweiten Messrechner 28 die Referenzuhr 42 nicht mehr blockiert ist, wird der benötigte zweite

Zeitstempel  $T_{II,R2}$  aus der Referenzuhr **42** einfach ausgelesen. Sollte die Referenzuhr **42** jedoch auch beim Eingang des Testpaketes noch blockiert sein, so erfolgt die Berechnung des zweiten Zeitstempel in der dargelegten Weise.  
**[10074]** Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Bestimmung eines Zeitstempels auch bei blockiertem Zugriff auf eine Referenzuhr **42** ermöglicht wird und somit auch zu diesen Zeitpunkten eine Paketlaufzeitmessung bzw. eine Bestimmung des one-way delay durchgeführt werden kann.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Referenzuhr **(42)** eine Uhr eines Satellitensystems, beispielsweise GPS (global positioning system), verwendet wird.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche und insbesondere nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Auslesen der Uhrzeit ( $T_R$ ) der Referenzuhr **(42)** durch die Messrechner **(26, 28)** mittels GPS-Empfängern **(30)** durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messrechner **(26, 28)** über ein Telekommunikationsnetz **(10)**, wie beispielsweise Internet, Intranet oder ähnliches, miteinander verbunden sind.

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Messrechnern **(26, 28)** Messpakete, insbesondere UDP-Messpakete (User Datagram Protocol), übertragen werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der eine Messrechner **(26 oder 28)** als Sender und der andere Messrechner **(28 bzw. 26)** als Empfänger fungiert.

10. Verfahren nach Anspruch 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass von dem sendendem Messrechner **(26 oder 28)** der zeitliche Abgang ( $T_{R1}$ ) des abgehenden Messpaket erfasst wird und diese Uhrzeit ( $T_{R1}$ ) zusammen mit dem Messpaket und gegebenenfalls sonstigen Daten, beispielsweise Sequenznummern oder dergleichen, an den empfangenden Messrechner **(28 bzw. 26)** übermittelt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass von dem empfangendem Messrechner **(28 oder 26)** der zeitliche Eingang ( $T_{R2}$ ) des Messpaket erfasst wird und durch Differenzbildung zwischen der Uhrzeit ( $T_{R1}$ ) des Abgangs und der Uhrzeit ( $T_{R2}$ ) des Eingangs des Messpaketes in dem empfangenden Messrechner **(26 oder 28)** die Laufzeit des Messpaketes – Messergebnis – ermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Messergebnis in einer Datenbank **(36)** abgelegt wird.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von dem empfangendem Messrechner **(26, 28)** die Messergebnisse über das Telekommunikationsnetz **(10)** zur Datenbank **(36)** übermittelt werden.

14. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jeder, insbesondere berechtigte, Nutzer die Messergebnisse über das Telekommunikationsnetz **(10)** abfragen kann.

15. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche und insbesondere nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass für den berechtigten Nutzer in der Datenbank **(36)** eine Kennung hinterlegt ist und nach Übermittlung der Kennung durch den berechtigten Nutzer die Abfrage der Messergebnisse von der Datenbank **(36)** freigegeben wird.

16. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuerrechner **(34)** vorgesehen ist, der über das Telekommunikationsnetz **(10)** die Messrechner **(26, 28)** für die Ermittlung der Messergebnisse steuert, wie Einrichtung der Messverbindung, Veranlassen der Übertragung der Messergebnisse in die Datenbank **(36)** und ähnliches.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

## BEZUGSZEICHENLISTE

10	Telekommunikationsnetz
12	Vermittlungseinrichtung
14	Vermittlungseinrichtung
16	Vermittlungseinrichtung
18	Vermittlungseinrichtung
20	Vermittlungseinrichtung
22	Vermittlungseinrichtung
24	Vermittlungsleitung
26	erster, sendender Messrechner
28	zweiter, empfangender Messrechner
30	GPS-Antenne
34	Steuerrechner
36	Datenbank
38	weiterer Rechner, Arbeitsstation
40	Rechneruhr
42	Referenzuhr
	$T_{R1}$ erster Zeitstempel
	$T_{R2}$ zweiter Zeitstempel
	$T_{C1}$ Uhrzeit der internen Uhr, erster Messrechner
	$T_{C2}$ Uhrzeit der internen Uhr, zweiter Messrechner
	$d_{T1}$ Differenz zwischen erstem Zeitstempel zu der Uhrzeit der internen Uhr des ersten Messrechners
	$d_{T2}$ Differenz zwischen zweitem Zeitstempel zu der Uhrzeit der internen Uhr des zweiten Messrechners
	$T_{II,R1}$ berechneter erster Zeitstempel bei blockiertem Zugriff auf die Referenzuhr

## Patentansprüche

- Verfahren zur Ermittlung der Uhrzeit ( $T$ ) in zumindest zwei miteinander zusammenwirkenden Messrechnern **(26, 28)**, bei denen die Erfassung der Uhrzeit ( $T$ ) für ein Messverfahren benötigt wird, wobei die Messrechner **(26, 28)** die Uhrzeit ( $T_R$ ) dafür aus einer gemeinsamen Referenzuhr **(42)** auslesen, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Messrechner **(26, 28)** eine Rechneruhr **(40)** mit einer Uhrzeit ( $T_C$ ) aufweist deren Differenz ( $d_T = T_R - T_C$ ) zur Uhrzeit ( $T_R$ ) der Referenzuhr **(42)** fortlaufend ermittelt wird, wobei in dem Fall, dass die Uhrzeit ( $T_R$ ) der Referenzuhr **(42)** nicht von einem Messrechner **(26, 28)** ausgelesen werden kann, die Uhrzeit ( $T_R' = T_C + d_T$ ) dieses Messrechners **(26, 28)** unter Berücksichtigung der bisher ermittelten Differenz ( $d_T$ ) der Uhrzeit ( $T_C$ ) der Rechneruhr **(40)** zur Uhrzeit ( $T_R$ ) der Referenzuhr **(42)** verwendet wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der ermittelte Differenzwert ( $d_T$ ) mit einem festgelegtem Grenzwert verglichen wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Grenzwert bedarfswise eingestellt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet dass bei Überschreiten des Grenzwertes ein auf eine Uhrzeit ( $T$ ) beruhender Messvorgang abgebrochen wird.

DE 101 28 927 A 1

9

10

nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

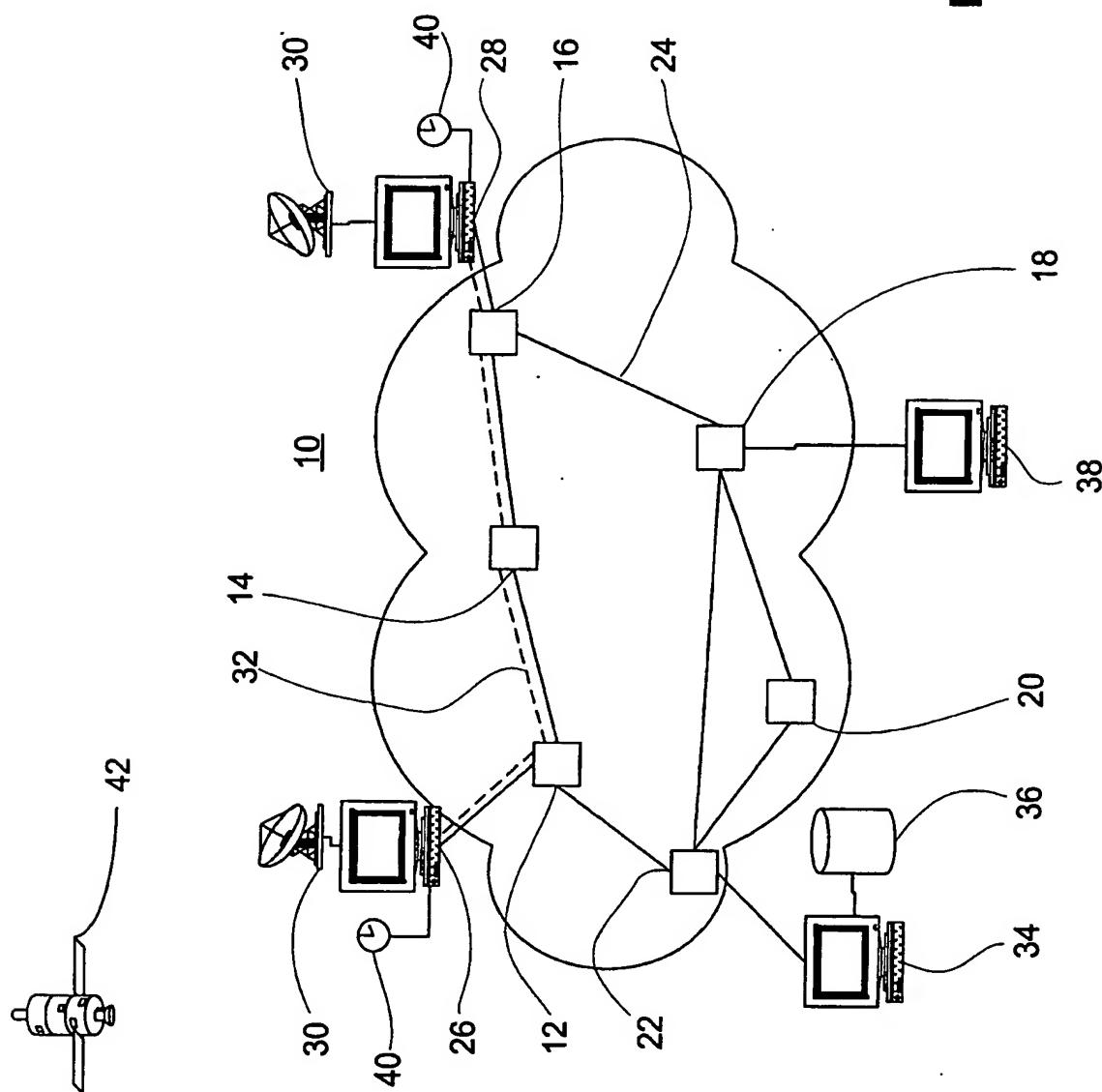
45

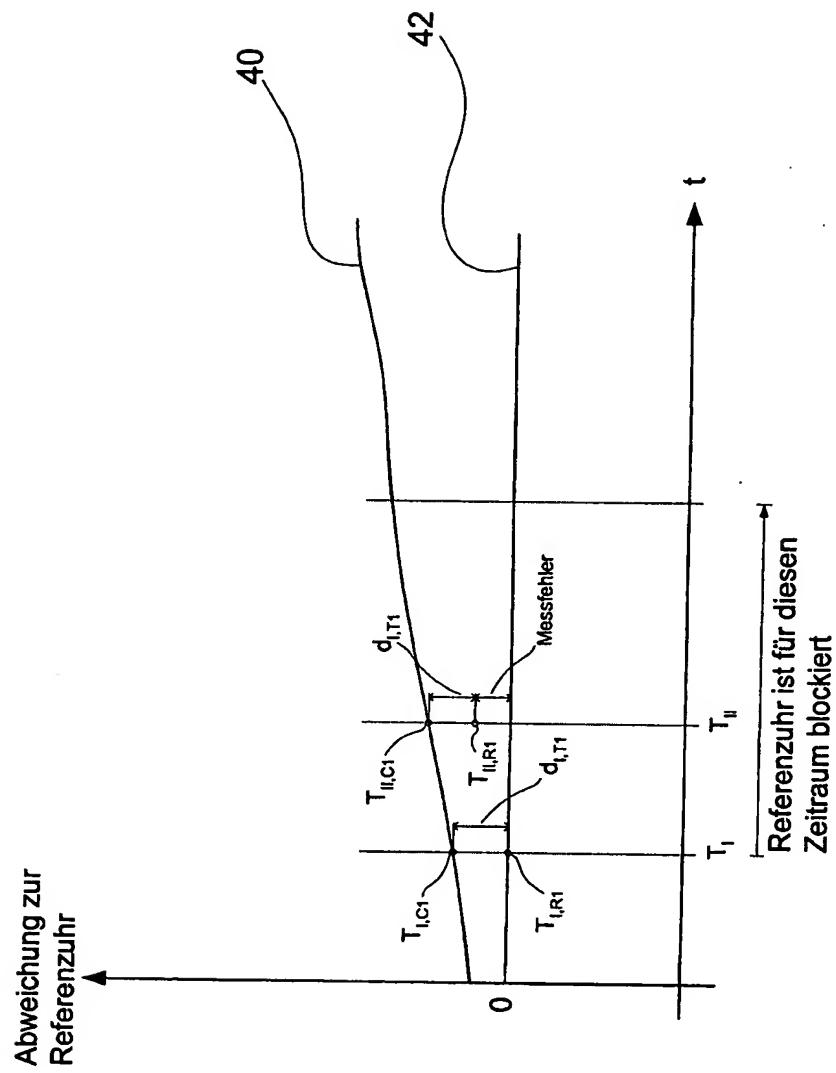
50

55

60

65

**Fig. 1**

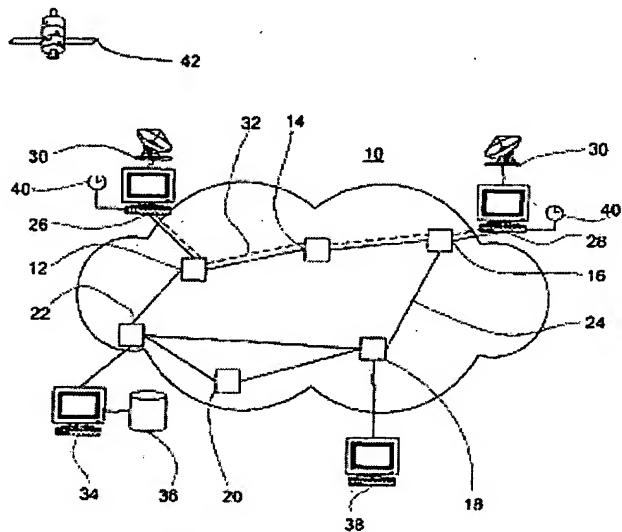
**Fig. 2**

- **Determination of a common time for use by two separate measurement computers whereby both access a standard reference clock and, when this is not available, determine time from their own clock and a determined difference value**

**Patent number:** DE10128927  
**Publication date:** 2003-01-16  
**Inventor:** MENDE JOACHIM (DE)  
**Applicant:** DEUTSCHE TELEKOM AG (DE)  
**Classification:**  
- International: G04F10/00; H04L12/26  
- european: G04G5/00, H04L12/24, H04L12/26M  
**Application number:** DE20011028927 20010615  
**Priority number(s):** DE20011028927 20010615

#### Abstract of DE10128927

Method for determining the time to be used by two measurement computers (26, 28) where it is important that the two computers use the same time. Accordingly the computer use a common reference time from a satellite (42) or similar. The computers each have an onboard clock (40) and constantly determine a difference between the computer time and the reference time. If the reference time cannot be accessed at any time then the computers use a time that is equal to the computer time plus the determined difference in times.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY